

3/9/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2000 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

09/719766

JC01 Rec'd PCT/PTO 15 DEC 2000

011592933 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1998-010061/\*199802\*

XRPX Acc No: N98-007834

Digital modulation system for mobile communications modulation carrier -  
has number of modulation steps adapted during operation to match  
transmission channel characteristics

Patent Assignee: SIEMENS AG (SIEI )

Inventor: SPLETT A

Number of Countries: 004 Number of Patents: 004

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19620843	A1	19971127	DE 1020843	A	19960523	199802 B
WO 9744926	A1	19971127	WO 97DE1030	A	19970522	199802
CN 1220793	A	19990623	CN 97195077	A	19970522	199943
BR 9709027	A	19990803	BR 979027	A	19970522	199952
			WO 97DE1030	A	19970522	

Priority Applications (No Type Date): DE 1020843 A 19960523

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

DE 19620843	A1		6	H04B-001/707	
-------------	----	--	---	--------------	--

WO 9744926	A1	G	21	H04L-001/12	
------------	----	---	----	-------------	--

Designated States (National): BR CN US

BR 9709027	A		H04L-001/12	Based on patent WO 9744926
------------	---	--	-------------	----------------------------

CN 1220793	A		H04L-001/12
------------	---	--	-------------

Abstract (Basic): DE 19620843 A

The modulation system has the number of steps in the modulation waveform adjusted in dependence on the detected transmission characteristics of the digital transmission channel, for maintaining a constant transmission error rate.

Pref. a number of digital transmission channels are assigned respective time multiplex slots, with modification of the modulation to match the transmission resources of each channel, so that the data transmission rate remains constant.

USE For mobile communications system with combined time multiplex and frequency multiplex multiple access modes.

Dwg.2/2

Title Terms: DIGITAL; MODULATE; SYSTEM; MOBILE; COMMUNICATE; MODULATE;  
CARRY; NUMBER; MODULATE; STEP; ADAPT; OPERATE; MATCH; TRANSMISSION;  
CHANNEL; CHARACTERISTIC

Derwent Class: U23; W01; W02

International Patent Class (Main): H04B-001/707; H04L-001/12

International Patent Class (Additional): H03C-003/40; H04B-007/204;

H04B-007/26; H04L-027/32; H04Q-007/34

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): U23-P01; W01-A09B; W01-B05A1A; W02-C03C1A; W02-K07A

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

98/1849



① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 20 843 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 196 20 843.2  
㉑ Anmeldetag: 23. 5. 96  
㉒ Offenlegungstag: 27. 11. 97

㉓ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**H 04 B 1/707**  
~~H 04 L 27/32~~  
H 04 Q 7/34  
H 03 C 3/40  
H 04 B 7/26  
H 04 B 7/204

DE 196 20 843 A 1

㉔ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

㉕ Erfinder:  
Splett, Armin, Dr.-Ing., 80689 München, DE

㉖ Entgegenhaltungen:

DE 40 32 262 C1  
DE-OS 21 12 288  
US 53 81 450  
US 49 39 731  
EP 06 16 454 A1  
EP 05 89 709 A3  
EP 03 17 127 A2  
EP 01 12 697 A2

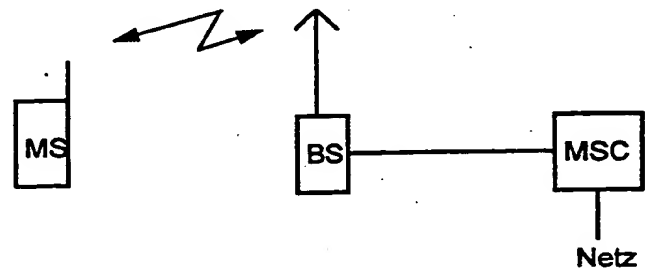
RATLIFF, Paul: EUREKA 147 Digital Audio  
Broadcasting- The System for Mobile, Portable, and  
Fixed Receivers, Beitrag zum »second Interna- tional

Symposium on Digital Audio Broadcasting«,  
Toronto, Canada, 14.-17. März 1994, organisiert von  
der Canadian Broadcasting Corporation, der  
Canadian Association of Broadcasters, von Industry  
Canada und von der European Broadcasting Union;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉗ Verfahren zur Modulation eines Modulationsträgers und Mobil-Kommunikationssystem

㉘ Bei einem Mobil-Kommunikationssystem unter Verwen-  
dung einer digitalen Modulation eines Modulationsträgers  
ist eine hinsichtlich ihrer Stufenzahl veränderbare Modula-  
tionsform vorgesehen. Hierbei wird die Stufenzahl der  
Modulation im jeweiligen digitalen Übertragungskanal im  
Betrieb adaptiv den jeweils vorliegenden Übertragungsbe-  
dingungen so angepaßt, daß in diesem Übertragungskanal  
eine weitgehend konstante Fehlerwahrscheinlichkeit erreicht  
ist. Das Modulationsverfahren ist vorzugsweise bei einem  
Mobil-Kommunikationssystem mit kombiniertem Zeitmulti-  
plex. Frequenzmultiplex-Vielfachzugriffsverfahren (TDMA/  
FDMA) anzuwenden.



DE 196 20 843 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Modulation eines Modulationsträgers und ein Mobil-Kommunikationssystem nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 7.

Mobil-Kommunikationssysteme als digitale Funksysteme sind z. B. aus M. Mouly, M.-B. Pautet, "The GSM System for Mobile Communications", 1992, bekannt. Die Übertragungskanäle auf einer Funkschnittstelle zwischen zwei oder mehr Kommunikationspartnern sind bei Mobil-Kommunikationssystemen veränderlich und unterliegen einer Vielzahl von Einflüssen, so daß sich die Qualität der Übertragungsbedingungen schnell ändern kann.

Zur Modulation werden beispielsweise digitale Phasenumtast-Modulationen verwendet, wie sie in M. Mouly, M.-B. Pautet, "The GSM System for Mobile Communications", 1992, insbesondere S. 249–259, beschrieben sind.

Bei einer digitalen Phasenumtastung (PSK) handelt es sich um eine Modulation eines Modulationsträgers mit konstant gehaltener Amplitude und Frequenz, bei der jeder Kennzustand eines diskreten Signals einer bestimmten Phasenlage des Modulationsträgers entspricht. Der Übergang von einer Phasenlage zur anderen kann eine kontinuierliche oder diskontinuierliche Änderung sein. Ferner ist die MSK-Modulation (Minimum Shift Keying) bekannt, die eine spezielle Form der CPFSK-Modulation (Continuous Phase Frequency Shift Keying) ist. Bei der CPFSK-Modulation handelt es sich um eine FSK-(Frequenzumtast-)Modulation mit phasenkontinuierlichem Übergang zwischen den Frequenzen.

Die MSK-Modulation ist eine CPFSK-Modulation mit einem Modulationsindex von 0,5, die bei orthogonalen Signalen und minimalem Frequenzhub einen Kompromiß zwischen Störfestigkeit und Bandbreitenbedarf ergibt. Die MSK-Modulation erfordert allerdings eine manchmal nicht annehmbar hohe Übertragungsbandbreite oder ergibt eine zu geringe Datenübertragungsrate, was auch durch die geglättete Variante z. B. der bekannten GMSK-Modulation (Gaussian Minimum Shift Keying) oft nicht in ausreichendem Maße verbessert werden kann.

Es ist festzustellen, daß in Mobil-Kommunikationssystemen, bei denen die zu übertragenden Signale einem Modulationsträger mit einer derartigen Modulation aufmoduliert sind, eine unvollständige Bandbreitenausnutzung des Übertragungskanals vorliegt.

So wird z. B. bei einem Vergleich von digitalen Mobilfunknetzen in einem kombinierten Zeitmultiplex-(TDMA = Time Division Multiple Access)Frequenzmultiplex-Zugriffsverfahren (FDMA = Frequency Division Multiple Access), wie es beispielsweise im GSM-(Global System for Mobile Communication-)Mobilfunksystem verwendet wird, zu einem Codemultiplex-Zugriffsverfahren (CDMA = Code Division Multiple Access) oft eine bessere Bandbreitennutzung der CDMA-Netze angeführt, wobei unter Bandbreitennutzung die Kanalzahl pro verfügbarer Bandbreite und Funkzelle verstanden wird. In der Praxis ist jedoch eine hohe Bandbreitennutzung bei CDMA-Netzen unter anderem wegen der erforderlichen Synchronisation schwierig zu realisieren.

Aufgabe der Erfindung ist es, Maßnahmen zur Erhöhung der Bandbreitennutzung in einem Mobil-Kommunikationssystem anzugeben.

Gemäß der Erfindung wird dies durch das Verfahren nach Patentanspruch 1 und bei einem Mobil-Kommunikationssystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 7 durch die Merkmale in dessen kennzeichnenden Teil erreicht. Besonders vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zur Verbesserung der Bandbreitennutzung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Bei dem Verfahren zur Modulation eines Modulationsträgers gemäß der Erfindung wird bei Anwendung z. B. im Rahmen eines Mobil-Kommunikationssystems sowohl bei einer Übertragung von einer Mobilstation zu einer Basisstation, dem sogenannten Uplink, als auch bei einer Übertragung von einer Basisstation zu einer Mobilstation, dem sogenannten Downlink, jeweils empfangsseitig die Übertragungsqualität ständig überwacht. Bei einer ausreichenden Übertragungsqualität wird der Übertragungsmodus geändert. Der Empfänger veranlaßt jeweils die Änderung des Übertragungsmodus und teilt dies dem Sender über einen üblicherweise vorhandenen Signalisierungskanal mit.

Eine derartige Änderung des Übertragungsmodus wird gemäß der Erfindung in der Weise vorgenommen, daß im Mittel weniger Zeitschlitz pro Zeiteinheit für denjenigen Kanal verwendet werden, der eine ausreichende Übertragungsqualität hat. Damit jeweils die gleiche mittlere Datenrate beibehalten wird, wird gemäß der Erfindung die Stufenzahl des jeweiligen Modulationsverfahrens erhöht.

Hierbei wird die Erhöhung der Stufenzahl des Modulationsverfahrens so vorgenommen, daß sich die spektrale Breite des Kanals nicht vergrößert. Damit bleibt auch der Kanalabstand im Frequenzmultiplex unverändert. Da somit gemäß der Erfindung im Mittel weniger Zeitschlitz pro Kanal benötigt werden, kann z. B. für ein Mobil-Kommunikationssystem auch die Anzahl der über die Funkschnittstelle übertragbaren Verbindungen (Kanälen bei gleichbleibenden Frequenzspektrum erhöht werden.

Sinkt dagegen in einem Kanal die Übertragungsqualität ab, so wird dementsprechend die Stufenzahl des Modulationsverfahrens wieder verringert oder es wird eine Erhöhung der Sendeleistung veranlaßt.

Besonders leicht umsetzbar wird die Anpassung der Stufenzahl, wenn die Menge der Stufen einer Stufenzahl eine Untermenge der nächst höheren Stufenzahl bildet.

Nachfolgend wird die Erfindung an bevorzugten Ausführungsbeispielen erläutert. Ferner wird anhand von Figuren und einer Tabelle eine 4-stufige Phasenmodulation für ein GSM-Mobilfunksystem beschrieben.

Dabei zeigen

Fig. 1 ein Mobil-Kommunikationssystem, und

Fig. 2 eine Sende/Empfangsstation eines Mobil-Kommunikationssystems.

Im idealen Codiermultiplex-Vielfachzugriffsverfahren (CDMA) wird ab einer mittleren Last, d. h. wenn etwa die Hälfte der Kanäle ausgenutzt ist, jeder Kanal mit einem verhältnismäßig schlechten Signal-zu-Stör-Verhältnis ( $C/I + N$  = Carrier/Interferer + Noise) empfangen. Ein solches Signal-zu-Stör-Verhältnis reicht jedoch im

allgemeinen für die erforderliche Bitfehlerwahrscheinlichkeit aus.

Beim kombinierten Zeitmultiplex-Frequenzmultiplex-Zugriffsverfahren (TDMA/FDMA) kann es jedoch selbst bei hoher Last, d. h. wenn fast alle verfügbaren Kanäle ausgenutzt werden, vorkommen, daß über einige Kanäle mit einem guten — und damit viel zu hohen — Signal-zu-Stör-Verhältnis empfangen wird. Diese gute Qualität eines Empfangssignals kann jedoch im allgemeinen kaum zur Erhöhung der Kanalkapazität genutzt werden, da die geforderte Bitfehler-Wahrscheinlichkeit bereits erreicht wurde.

Eine Annäherung an die maximale Kanalkapazität erfordert die Einführung einer mehrstufigen Codierung bzw. einer mehrstufigen Modulation oder aber die Erhöhung der Stufenzahl. Eine Modulation mit einer jeweils nach der Übertragungsqualität adaptiv gewählten Stufenzahl läßt sich bei Zeitmultiplex-/Frequenzmultiplex-Zugriffsverfahren verwendenden Netzen so integrieren, daß die vorgegebenen bzw. bestehenden Zeit- und Frequenzraster beibehalten werden. Gemäß der Erfindung kann somit bei den Zeitmultiplex-/Frequenzmultiplex-(TDMA/FDMA)-Netzen prinzipiell die Bandbreitennutzung an eine theoretisch erreichbare Bandbreitennutzung sehr weit angenähert werden.

Als ein bevorzugtes Anwendungsbeispiel wird nachstehend eine Verbesserung der Bandbreitennutzung beim GSM-(Global System for Mobile Communication)-Mobilfunksystem näher beschrieben. Das GSM-Mobilfunksystem ist dem Fachmann z. B. aus J. Biala, "Mobilfunk und intelligente Netze", Vieweg Verlag, Braunschweig/Wiesbaden, 1995, bekannt.

In Fig. 1 ist eine Mobil-Kommunikationssystem, z. B. nach dem GSM-Standard dargestellt, das exemplarisch eine Mobilstation MS, eine Basisstation BS und eine Mobilvermittlungsstelle MSC aufweist. Die Mobilstation MS und die Basisstation BS sind miteinander über eine Funkschnittstelle verbunden, währenddessen die Verbindung zwischen Basisstation BS und Mobilvermittlungsstelle MSC drahtgebunden ist. Die Mobilvermittlungsstelle MSC stellt den Übergang zu weiteren Netzen her.

Eine Sende/Empfangsstation nach Fig. 2, z. B. durch eine Mobilstation MS oder eine Basisstation BS repräsentiert, weist eine Antenne A, und zumindest eine Sendeeinheit SE und eine Empfangseinheit EE auf. Weiterhin sind Mittel ST zur Bestimmung der Übertragungsbedingungen auf der Funkschnittstelle vorgesehen. Weitere Mittel zur Ausgestaltung einer solchen Sende/Empfangsstation sind dem Fachmann wohl bekannt.

Die Sendeeinheit SE und die Empfangseinheit EE sind für ein Zeitmultiplex-Zugriffsverfahren durch eine zeitliche Trennung der Übertragungskanäle ausgestaltet und weisen einen Modulator MOD bzw. einen Demodulation DEMOD auf, die eine hinsichtlich ihrer Stufenzahl veränderbare Modulationsform realisieren.

Wie vorstehend bereits ausgeführt, wird bei einer Übertragung von einer Mobilstation MS zu einer Basisstation BS, dem sogenannten Uplink, sowie bei einer Übertragung von einer Basisstation BS zu einer Mobilstation MS, dem sogenannten Downlink, wobei üblicherweise jeder 8-te Zeitschlitz benutzt wird, jeweils empfangsseitig die Übertragungsqualität überwacht. Bei ausreichender Übertragungsqualität wird mit der Übertragung auf einen nachstehend im einzelnen definierten "Burst Half Rate"-Nutzkanal (Traffic Channel = TCH/BH) übergegangen.

Ein solcher "Burst Half Rate"-Kanal zeichnet sich in vorteilhafter Weise dadurch aus, daß in der Funkschnittstelle nur im Mittel jeder 16-te Zeitschlitz genutzt wird, wie etwa bei einem "Half Rate"-Nutzkanal (TCH/H). Hierbei entspricht die Nutzdatenrate eines "Burst Half Rate"-Nutzkanals der Nutzdatenrate eines "Full Rate"-Nutzkanals (TCH/F).

Eine derartige Nutzdatenrate wird bei einem "Burst Half Rate"-Nutzkanal durch eine 4-stufige Nutzdaten-Phasenmodulation, die beispielsweise von der bekannten GMSK-(Gaussian Minimum Shift Keying)-Modulation abgeleitet ist, im TCH/BH-Burst erreicht. Hierbei wird die üblicherweise vorgesehene Trainingssequenz vollkommen unverändert gesendet, so daß der bisher bei der GMSK-Modulation eingesetzte Korrelator weiter verwendet werden kann. Ferner wird die 4-stufige Phasenmodulation des TCH/BH-Burst so durchgeführt, daß die pro Trägerfrequenz belegte Bandbreite sich gegenüber der zweistufigen GMSK-Phasenmodulation nicht ändert. Dies bedeutet, daß das eingeführte und vorhandene FDMA-Frequenzraster ohne irgendwelche Änderungen weiter genutzt werden kann.

Durch Benutzen des TDMA-Verfahrens kann somit bei gleicher Bandbreite auf zwei "Burst Half Rate"-Nutzkanälen (TCH/BH) statt auf einem "Full Rate"-Nutzkanal übertragen werden. Bei guten Übertragungsbedingungen ist somit gemäß der Erfindung eine Verdoppelung der Kapazität möglich, ohne daß zusätzliche Bandbreite benötigt wird. Allerdings ist die Anforderung bezüglich des Signal-zu-Stör-Verhältnisses ( $C/(I+N)$ ) bei einem "Burst Half Rate"-Nutzkanal (TCH/BH) höher, mit der Folge, daß bei abnehmendem Signal-zu-Stör-Verhältnis wieder auf einen "Full Rate"-Nutzkanal (TCH/F) umgeschaltet werden muß.

Um möglichst oft auf den "Burst Half Rate"-Nutzkanal (TCH/BH) umschalten zu können, ist gegebenenfalls eine höhere Sendeleistung erforderlich. Bezüglich der Batterie-Standzeit in einer Mobilstation MS wird die erforderliche Leistung, die um den Faktor 2 höher sein muß, durch ein selteneres Auftreten von Bursts ausgeglichen.

Wenn — beispielsweise bei Vorhandensein einer verbesserten Sprachcodierung — bereits von einer "Half Rate"-Kommunikation ausgegangen werden kann, läßt sich analog von einem "Burst Half Rate"-Nutzkanal (TCH/BH) bei guter Übertragungsqualität auf einen im einzelnen zu definierenden "Burst Quarter Rate"-Nutzkanal (TCH/BQ) mit einer 4-stufigen Phasenmodulation umschalten. In diesem Fall ist dann im Mittel nur jeder 32-te Zeitschlitz belegt; damit ist die 4-fache Kanalzahlgewinn gegenüber einem "Full Rate"-Nutzkanal (TCH/F) erreicht.

Nachstehend wird eine Realisierungsmöglichkeit einer 4-stufigen Phasenmodulation für das GSM-Mobilfunksystem angegeben. In einem zu übertragenden Bitstrom ...  $d_{i-1}$   $d_i$   $d_{i+1}$  ... werden jeweils zwei benachbarte Bits, beispielsweise  $d_i$  und  $d_{i+1}$  zu einem Symbol  $w_n$  mit  $n=i/2$  zusammengefaßt, wobei die aus der Tabelle ersichtliche Zuordnung gilt.

Eine Modulation der Phase  $\varphi(t) = \varphi_0 + \sum_n (k_n \varphi(t-nT))$  erfolgt mit  $k_n = 1 - 2/3 (w_n - w_{n-1} \text{ modulo } 4)$ , wobei

$$\varphi(t-nT) = \int_{-\infty}^{t-nT} \int_{-\infty}^{\tau} \frac{\pi}{2T} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}b} \left( \exp\left(-\frac{\tau^2}{2b^2}\right) - \exp\left(-\frac{(\tau-T)^2}{2b^2}\right) \right) d\tau d\tau$$

$$\text{mit } b = \sqrt{\ln 2} / (2\pi \cdot B)$$

eine Gauß'sche Rampe von 0 auf  $\pi/2$  mit  $BT = 0,3$  wie bei der 2-stufigen GMSK-Modulation ist, wobei mit  $B$  die Bandbreite und mit  $T$  die Dauer eines Symbols  $w_n$  bezeichnet sind. Für den Sonderfall  $d_i = d_{i+1}$  (für alle  $n$  mit  $i = 2n$ ) entspricht die hier angegebene Modulation genau der GMSK-Modulation, wie sie heute bei dem GSM-Mobilfunksystem verwendet wird.

Alle anderen Fälle führen im Vergleich mit der 2-stufigen GMSK-Modulation zu geringeren Phasenänderungen und vergrößern daher die Bandbreite des phasenmodulierten Signals nicht. Somit wird auch die FDMA-Struktur des GSM-Bandes nicht beeinträchtigt.

Um den erhöhten Anforderungen bezüglich des Signal-zu-Stör-Verhältnisses ( $C(I+N)$ ) bei größeren Stufenzahlen des digitalen Übertragungskanals gerecht zu werden, kann mit der Stufenzahl auch die Sendeleistung erhöht werden, soweit andere Randbedingungen dies zulassen. Insbesondere bei der Mobilstation MS kann die Sendeleistung erhöht werden, ohne die Standzeit zu verringern, da die Häufigkeit der benutzten Zeitschlitze abnimmt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Modulation eines Modulationsträgers, bei dem eine hinsichtlich ihrer Stufenzahl veränderbare Modulationsform für einen digitalen Übertragungskanal vorgesehen ist, und bei dem die Stufenzahl der Modulation im Betrieb adaptiv den jeweils vorliegenden Übertragungsbedingungen angepaßt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem durch die Anpassung der Stufenzahl in diesem Übertragungskanal eine weitgehend konstante Fehlerwahrscheinlichkeit erreicht ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem mehreren Übertragungskanälen jeweils ein Zeitmultiplex-Zeitschlitz zugeordnet ist, und die den Übertragungsbedingungen angepaßte Änderung der Stufenzahl der Modulation des Modulationsträgers eines Übertragungskanals mit einer Änderung von in Anspruch genommenen Übertragungszeitressourcen dieses Übertragungskanals so verknüpft sind, daß die Datenübertragungsrate dieses Übertragungskanals im wesentlichen konstant bleibt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die den Übertragungsbedingungen angepaßte Zuordnung von Zeitschlitzen zu Übertragungskanälen auf eine hohe Anzahl von Übertragungskanälen orientiert ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die hinsichtlich ihrer Stufenzahl veränderbare Modulationsform derart festgelegt ist, daß die Menge der modulierten Modulationsträger aller möglichen Signale (Bitfolgen) bei Modulation mit einer bestimmten Stufenzahl eine Untermenge der Menge mit der nächst höheren Stufenzahl ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die hinsichtlich ihrer Stufenzahl veränderbare Modulationsform so festgelegt ist, daß die spektrale Breite des Übertragungskanals bei Änderung der Stufenzahl nicht vergrößert wird.
7. Mobil-Kommunikationssystem zur Signalübertragung über eine Funkschnittstelle zwischen einer Basisstation (BS) und einer Mobilstation (MS), die jeweils zumindest einen Modulator (MOD) und einen Demodulator (DEMOD) aufweisen, unter Verwendung einer mehrstufigen Modulation eines Modulationsträgers, wobei in der Basisstation (BS) und/oder die Mobilstation (MS) Mittel (ST) zur Bestimmung der Übertragungsbedingungen vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Modulator (MOD) und den Demodulator (DEMOD) eine hinsichtlich ihrer Stufenzahl veränderbare Modulationsform vorgesehen ist, daß durch den Modulator (MOD) und durch den Demodulator (DEMOD) die Stufenzahl der Modulation im jeweiligen digitalen Übertragungskanal auf der Funkschnittstelle im Betrieb adaptiv den jeweils vorliegenden Übertragungsbedingungen angepaßt wird.
8. Mobil-Kommunikationssystem nach Anspruch 7, bei dem durch den Modulator (MOD) und durch den Demodulator (DEMOD) mit der Änderung der Stufenzahl in dem jeweiligen Übertragungskanal eine weitgehend konstante, durch die Mittel (ST) zur Bestimmung der Übertragungsbedingungen feststellbare Fehlerwahrscheinlichkeit erreicht wird.
9. Mobil-Kommunikationssystem nach Anspruch 7 oder 8, bei dem die Funkschnittstelle nach einem Zeitmultiplex-Verfahren und/oder einem kombinierten Zeitmultiplex-Frequenzmultiplex-Verfahren ausgeprägt ist.
10. Mobil-Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem die durch den Modulator (MOD) und durch den Demodulator (DEMOD) den Übertragungsbedingungen angepaßte Änderung der Stufenzahl der Modulation des Modulationsträgers eines Übertragungskanals mit einer Änderung von in Anspruch genommenen Übertragungszeitressourcen dieses Übertragungskanals so verknüpft sind, daß die Datenübertragungsrate dieses Übertragungskanals im wesentlichen konstant bleibt.
11. Mobil-Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 10, bei dem die den Übertragungsbedingungen angepaßte Zuordnung von Zeitschlitzen zu Übertragungskanälen auf eine hohe Anzahl von Übertragungskanälen orientiert ist.
12. Mobil-Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 11, bei dem die hinsichtlich ihrer Stufenzahl veränderbare Modulationsform derart festgelegt ist, daß die Menge der modulierten Modula-

tionsträger aller möglichen Signale (Bitfolgen) bei Modulation mit einer bestimmten Stufenzahl eine Unter-  
menge der Menge mit der nächst höheren Stufenzahl ist.

13. Mobil-Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 12, bei dem die hinsichtlich ihrer  
Stufenzahl veränderbare Modulationsform so festgelegt ist, daß die spektrale Breite des Übertragungskana-  
ls bei Änderung der Stufenzahl nicht vergrößert wird und der Kanalabstand unverändert bleibt.

14. Mobil-Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 13, bei dem eine Änderung der Stufen-  
zahl der Modulation des jeweiligen digitalen Übertragungskanals mit einer Änderung der Sendeleistung so  
verknüpft und durch die Mittel (ST) zur Bestimmung der Übertragungsbedingungen so überwacht wird, daß  
durch eine höhere Sendeleistung bei großer Stufenzahl ein ausreichendes Signal-zu-Stör-Verhältnis er-  
reichbar ist.

15. Mobil-Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 14, das als GSM- oder GSM-ähnliches  
Mobilfunksystem ausgestaltet ist, wobei zur Verbesserung der Bandbreitennutzung:

bei einer Übertragung zwischen einer Mobilstation (MS) und einer Basisstation (BS) empfangsseitig die  
Übertragungsqualität überwacht wird, und

beim Feststellen einer ausreichenden Übertragungsqualität von der Benutzung eines "Full Rate"-Nutzka-  
nals auf einen "Burst Half Rate"-Nutzkanal übergegangen wird, bei welchem im Mittel analog einem "Half  
Rate"-Nutzkanal die Hälfte der Zeitschlitzte genutzt wird und die Nutzdaten durch Vorsehen einer 4-stufi-  
gen Phasenmodulation anstelle einer 2-stufigen Phasenmodulation denjenigen eines "Full Rate"-Nutzkanals  
entsprechen.

16. Mobil-Kommunikationssystem nach Anspruch 15, bei dem die 4-stufige Phasenmodulation im "Burst  
Half Rate"-Nutzkanal (TCH/BH) so ausgelegt ist, daß die belegte Bandbreite pro Trägerfrequenz gegen-  
über der bekannten zweistufigen GMSK-Modulation nicht geändert wird.

17. Mobil-Kommunikationssystem nach Anspruch 15 oder 16, bei dem ausgehend von einer "Half-Ra-  
te"-Übertragung, z. B. bei verbesserter Sprachcodierung, analog von einem "Half-Rate"-Übertragungskanal  
(TCH/H) bei guter Übertragungsqualität auf einen zu definierenden Burst Quarter Rate-Übertragungskana-  
l (TCH/BQ) mit 4-stufiger Phasenmodulation umgeschaltet wird, der im Mittel nur jeden 32-ten Zeit-  
schlitz belegt und daher die 4-fache Übertragungskanalanzahl gegenüber einem "Full-Rate"-Übertragungs-  
kanal (TCH/F) zuläßt.

18. Mobil-Kommunikationssystem nach Anspruch 15, 16 oder 17, bei dem eine 4-stufige Phasenmodulation  
so ausgebildet ist, daß in einem zu übertragenden Bitstrom ...  $d_{i+1}, d_i, d_{i+1}, \dots$  jeweils zwei benachbarte  
Bits, z. B. die Bits  $d_i$  und  $d_{i+1}$ , zu einem neuen Symbol  $w_n$  mit  $n = 1/2$  zusammengefaßt sind, wobei eine  
Zuordnung gilt, die in folgender Tabelle angegeben ist:

$w_n$	$d_1$	$d_{1+2}$
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1

wobei eine Modulation der Phase  $\varphi(t) = \varphi_0 + \sum_n (k_n \varphi(t - nT))$  mit  $k_n = 1 - 2/3 (w_n - w_{n-1} \text{ modulo } 4)$   
erfolgt und

$$\varphi(t - nT) = \int_{-\infty}^{t-nT} \int_{-\infty}^{\tau} \frac{\pi}{2T} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}b} \left( \exp\left(-\frac{\tau^2}{2b^2}\right) - \exp\left(-\frac{(\tau-T)^2}{2b^2}\right) \right) d\tau d\tau$$

$$\text{mit } b = \sqrt{\ln 2} / (2\pi \cdot B)$$

eine Gauß'sche Rampe von 0 auf  $\pi/2$  mit  $BT = 0,3$  ist, wobei mit B die Bandbreite und mit T die Dauer eines  
Symbols  $w_n$  bezeichnet sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Fig.1

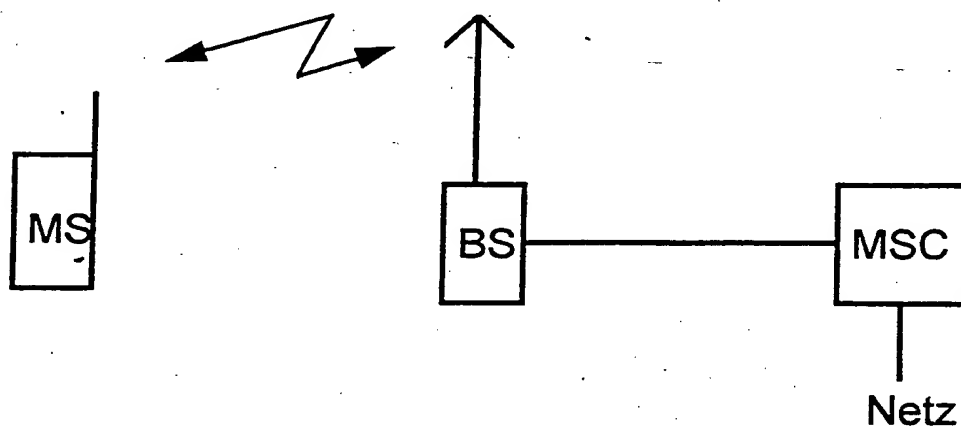
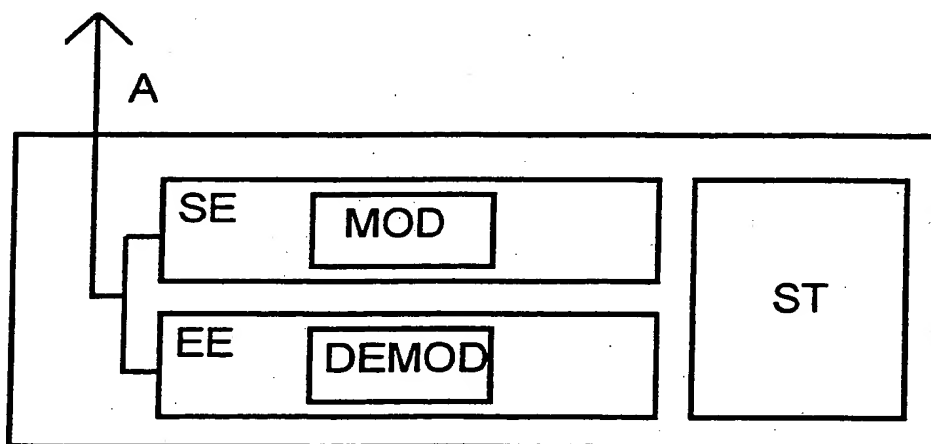


Fig.2



Tabelle

$w_n$	$d_i$	$d_{i+1}$
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**